

福建闽清县卑溪钼矿地球物理地球化学特征及找矿前景分析

胡霞兵

(福建省 121 地质大队 福建龙岩 364021)

摘要 福建闽清县卑溪钼矿是根据“福建池园地区矿产远景调查”项目发现的找矿靶区,该文在讨论成矿地质背景基础上,对卑溪钼矿的地质及地球物理地球化学特征进行了研究,推断区内矿体赋存于晚侏罗世花岗闪长岩中,且主要沿北西向、北东东向断裂构造及伴生次级节理裂隙构造呈现出脉状产出。矿床成因类型为热液型钼多金属矿,同时指明了找矿标志,分析了找矿远景及后续探矿方向,对该矿区后续找矿起到一定的指导意义。

关键词 钼矿 地球物理地球化学 找矿标志 卑溪

中图分类号:TKTD85

文献标识码:A

文章编号:1672-9064(2024)03-084-05

1 成矿地质背景

1.1 区域地质背景

卑溪钼矿地处闽东火山断拗带中部之寿宁-华安断隆带,火山喷发环境位于闽东火山活动亚带的中段之寿宁-梅林火山喷发带。区域内的福安-南靖北东向断裂带与浦城-嵩口南北向断裂交汇,并有宝峰-下洋北西向断裂斜贯本区。区域构造形变以脆性剪切为主,具有以北东向构造为主,北西和南北向构造次之的基本构造格架^[1-3]。

1.2 矿区地质特征

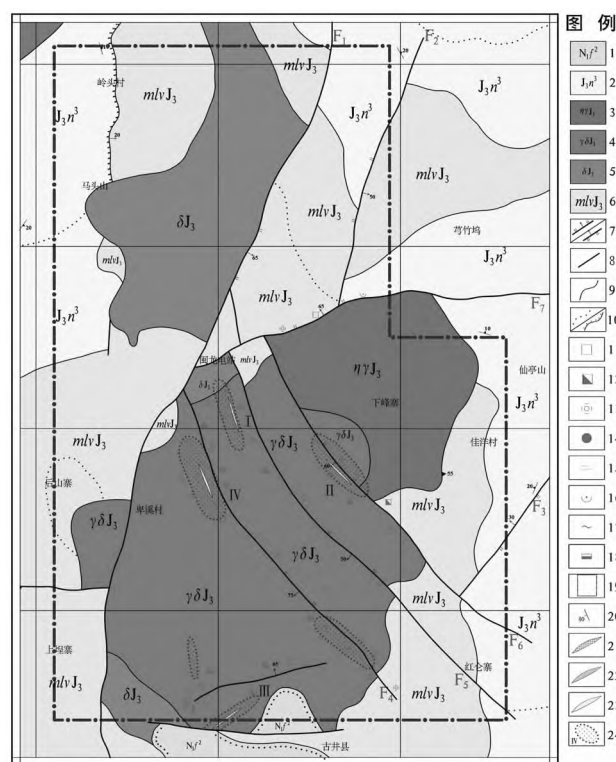
矿区以大面积出露晚侏罗世侵入岩为主要特征,侵入岩主要呈岩瘤侵入于晚侏罗世南园组第三段及碎斑熔岩中;南部出露小范围新近纪佛昙组。区内断裂构造较为发育,以北东向及北西向为主,次为北东东向断裂(图 1)^[4]。

1.2.1 地层

矿区内地层由老到新主要有晚侏罗世南园组第三段(J_3n^3)、晚侏罗世碎斑熔岩($mlvJ_3$)及新近纪佛昙组上段(N_f^2)。晚侏罗世南园组第三段以中酸性火山碎屑岩为主;岩性主要为流纹质含角砾晶屑熔结凝灰岩,其次为流纹质晶屑凝灰岩、英安质晶屑熔结凝灰岩,局部偶夹泥岩。晚侏罗世碎斑熔岩以酸性、中酸性粒状碎斑熔岩为主,局部还出露酸性、中酸性霏细状碎斑熔岩。新近纪佛昙组主要出露小范围的橄榄玄武岩、橄辉岩。

1.2.2 侵入岩

矿区内侵入岩主要分布于矿区中南部及北部,出露岩性为晚侏罗世闪长岩(δJ_3)、晚侏罗世黑云母花岗闪长岩($\gamma\delta J_3$)和晚侏罗世二长花岗岩($\eta\gamma J_3$)。其中,晚侏罗世



1-新近纪佛昙组上段;2-晚侏罗世南园组第三段;3-晚侏罗世似斑状二长花岗岩;4-晚侏罗世中粒花岗岩闪长岩;5-晚侏罗世中粒花岗岩闪长岩;6-晚侏罗世碎斑熔岩;7-正断层、逆断层;8-性质不明断层;9-地质界线;10-岩性岩相界线/角度不整合界线;11-黄铁矿化;12-褐铁矿化;13-硅化;14-黄铜矿化;15-绢云母化;16-绢英岩化;17-绿泥石化;18-辉钼矿化;19-矿区范围;20-产状;21-钼工业矿体及编号;22-钼低品位矿体及编号;23-钼矿化及编号;24-矿化蚀变带及编号。

图 1 卑溪矿区地质简图

收稿日期:2023-12-05

作者简介:胡霞兵(1990—),男,本科,工程师,主要从事区域地质调查、矿产地质调查工作。

黑云母花岗闪长岩含矿性好,是区内最重要的赋矿地质体。该岩体主要分布矿区南部,岩性主要为浅灰色中细粒花岗闪长岩,主要呈岩瘤产出,形态近似方块状。岩体内主要发育北西向断裂,次为北东东向断裂,断裂附近伴生次级构造极为发育;且沿构造节理面及裂隙面可见矿化蚀变现象发育;蚀变类型主要为绢云母化、硅化、黄铁矿化、褐铁矿化,伴有黄铜矿化;矿化类型主要为辉钼矿化。

1.2.3 构造

区内构造发育,主要以北东向、北西向断裂为主,次为北东东向断裂。其中,北东向断裂主要发育 F_1 、 F_2 、 F_3 ,北西向断裂主要发育 F_4 、 F_5 、 F_6 ,北东东向断裂主要发育 F_7 、 F_8 ;其中,北西向断裂 F_4 、 F_5 、 F_6 和北东东向断裂 F_8 是区内最重要的控矿构造。

F_4 断裂:区内控制延伸长约2 km,区内断裂带出露宽约5~15 m;断裂呈北西向展布,倾向南西,倾角 $45^\circ\sim 75^\circ$ 。断裂带内岩石破碎,发育构造角砾岩,伴生节理发育;带内围岩具绢云母化、硅化、黄铁矿化、褐铁矿化、绢英岩化等蚀变现象,蚀变现象极为发育,局部可见辉钼矿化现象;断裂构造性质为逆断层。

F_5 断裂:区内控制延伸长约2.5 km,出露宽约5~20 m;断裂呈北西向展布,倾向南西,倾角 $50^\circ\sim 85^\circ$ 。断裂带内岩石破碎,发育构造角砾岩和构造透镜体,伴生节理、劈理发育;带内围岩具绢云母化、硅化、黄铁矿化、褐铁矿化、绢英岩化、黄铜矿化等蚀变现象,蚀变现象极为发育;断裂构造性质为逆断层。

F_6 断裂:区内控制延伸长约2 km,出露宽约2~6 m;断裂呈北西向展布,倾向南西,倾角 $55^\circ\sim 65^\circ$ 。断裂带内岩石破碎,发育构造角砾岩,伴生节理发育;带内围岩具绢云母化、硅化、黄铁矿化、褐铁矿化、绢英岩化、黄铜矿化等蚀变现象,蚀变现象极为发育,局部可见辉钼矿化现象;断裂构造性质为逆断层。

F_8 断裂:区内控制延伸长约0.7 km,出露宽约1~5 m;断裂呈北东东向展布,倾向西北,倾角 $60^\circ\sim 65^\circ$ 。断裂带内沿岩石裂隙可见石英细脉较为发育;带内围岩具绢云母化、硅化、褐铁矿化、黄铁矿化等蚀变现象,蚀变现象极为发育;断裂构造性质为正断层。

1.2.4 围岩蚀变

区内围岩蚀变主要发育于晚侏罗世黑云母花岗闪长岩中,次为晚侏罗世二长花岗岩及晚侏罗世碎斑熔岩。围岩蚀变主要受北西向、北东东向断裂控制;矿化蚀变主要沿北西向断裂 F_4 、 F_5 、 F_6 和北东东向断裂 F_8 及其伴生节理裂隙构造发育,蚀变类型主要有绢云母化、硅化、黄铁矿化、褐铁矿化等,矿化类型主要为辉钼矿化;其中,绢云母化、硅化、黄铁矿化、褐铁矿化与辉钼矿关系密切。

2 矿体地质特征

2.1 矿体特征

经野外地质调查及剥土工程揭露,目前,区内共发现钼矿化带4个,并在矿化带内圈定钼矿体8个。其中,工业矿体3个,低品位矿体5个。

2.1.1 I号矿化带

I号矿化带位于中部晚侏罗世花岗闪长岩内,其平面形态呈脉状,走向为北北西向,主要分布于北北西向节理裂隙构造中,沿节理裂隙蚀变强烈,主要为硅化、黄铁矿化、绢云母化等,局部可见辉钼矿化;黄铁矿、辉钼矿主要呈浸染状,局部沿节理呈细脉状分布。该矿化带内圈出钼工业矿体1个(I-11),钼低品位矿体1个(I-21);I-11矿体宽1.57 m,真厚度1.30 m,钼品位0.105%;I-21矿体宽1.64 m,真厚度1.32 m,钼品位0.038%。

2.1.2 II号矿化带

II号矿化带位于中部晚侏罗世花岗闪长岩内,其平面形态呈脉状,走向为北西向,主要分布于北西向断裂构造及伴生次级节理裂隙构造中。沿节理裂隙蚀变强烈,主要为硅化、黄铁矿化、绢云母化、褐铁矿化等,局部可见辉钼矿化;黄铁矿、辉钼矿多沿节理裂隙面呈脉状分布。该矿化带内圈出钼低品位矿体2个(II-21、II-22);矿体II-21宽1.58 m,真厚度1.29 m,钼品位0.035%;矿体II-22宽1.61 m,真厚度1.22 m,钼品位0.043%。

2.1.3 III号矿化带

III号矿化带位于南部晚侏罗世花岗闪长岩中,其平面形态呈脉状,走向为北北东向。主要发育硅化、黄铁矿化、绢云母化、绢英岩化、褐铁矿化等,局部可见辉钼矿化,黄铁矿、辉钼矿主要呈浸染状,局部可见黄铁矿呈团块状。该矿化带内圈出钼工业矿体2个(III-11、III-12),钼低品位矿体2个(III-21、III-22);矿体III-11宽6.02 m,真厚度5.63 m,钼品位0.061%;III-12宽1.26 m,真厚度1.16 m,钼品位0.072%;III-21宽1.20 m,真厚度1.11 m,钼品位0.041%;III-22宽1.78 m,真厚度1.72 m,钼品位0.032%。

2.1.4 IV号矿化带

IV号矿化带位于中部晚侏罗世花岗闪长岩中,走向北西向,主要分布于北西向节理裂隙构造中。沿节理裂隙构造蚀变强烈,主要为黄铁矿化、硅化、绢云母化等,局部可见辉钼矿化;黄铁矿、辉钼矿主要呈浸染状分布。该矿化带内圈出钼矿化体1个(IV-31),钨矿化体1个(IV-41);矿化体IV-31宽1.59 m,真厚度1.4 m,钼品位0.021%;IV-41宽1.52 m,真厚度1.21 m,钨品位0.033%。

2.2 矿石质量

2.2.1 矿物成分

矿石有用矿物主要是辉钼矿,钼基本上以辉钼矿形式存在,是矿石的矿物组分。金属矿物主要有黄铁矿、辉

钼矿、褐铁矿、黄铜矿、白钨矿等,脉石矿物主要有石英、钾长石、斜长石、绢云母、黑云母等。

2.2.2 结构构造

矿石的主要结构有半自形-他形片状结构、半自形-他形鳞片状结构及半自形粒状结构,辉钼矿结晶普遍较细小,局部可见辉钼矿呈半自形片状分布在岩石裂隙面或石英脉中。矿石构造主要有星点状(浸染状)、细脉状、细脉浸染状构造。

3 矿床地球化学特征

3.1 水系沉积物特征

根据 1:5 万水系沉积物测量结果显示,矿区内主要发育以 Mo、W、Sn、Cu 元素为主的 HS-10(甲₁)综合异常(图 2)。异常区内各元素多具清晰浓度分带,有明显的浓集趋势。其中, W、Mo 元素异常特征明显,异常浓度分带明显,均具异常内带,且异常内带面积大,异常浓集中心套合较好;其中, W 元素异常面积 6.32 km²,平均值 8.05 μg/g,最高值 24.8 μg/g,规格化规模 14.53; Mo 元素异常面积 3.85 km²,平均值 9.0 μg/g,最高值 33.4 μg/g,规格化规模 11.54。其北部与 Sn、Cu 元素异常套合较好, Sn、Cu 元素异常分带一般,均具异常中带。此外,异常伴有 Bi、Co、Cr、Ni、Ag、Pb、Zn 等元素异常。

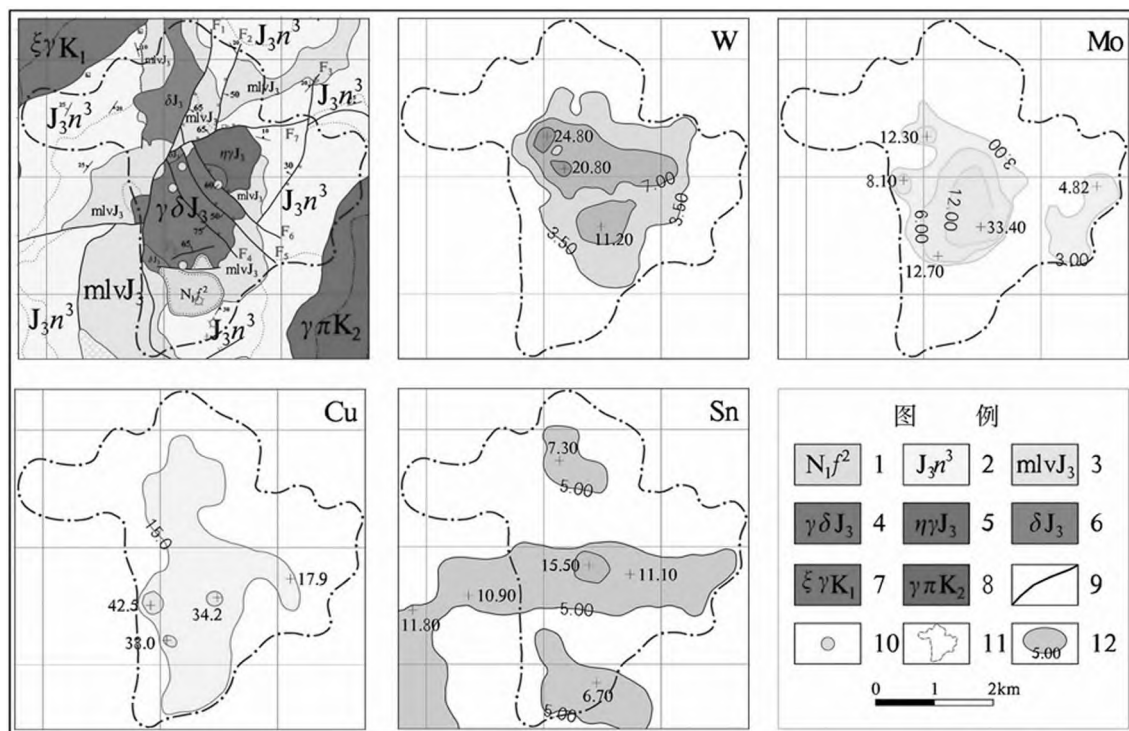
异常区内主要出露晚侏罗世南园组第三段、晚侏罗世碎斑熔岩及晚侏罗世花岗闪长岩、二长花岗岩等,且区内断裂构造较为发育,主要为北西向、北东向、北东东

向断裂。晚侏罗世花岗闪长岩内沿北西向、北东东向断裂及伴生节理裂隙见蚀变现象极为发育,蚀变类型主要有硅化、黄铁矿化、绢云母化、褐铁矿化等;此外,局部岩石裂隙中可见辉钼矿化、黄铜矿化。

3.2 土壤测量特征

根据矿区 1:1 万土壤测量的元素组合特征,结合地质、矿产的分布特征,矿区内圈定土壤综合异常 3 处(图 3),分别为 BHT-1(丙)、BHT-2(丙)和 BHT-(乙₃)。其中 BHT-3(乙₃)异常为区内矿致异常,异常总体呈椭圆状分布,异常面积 2.95 km²。

BHT-3(乙₃)异常以 Mo、W、Cu、Bi 元素异常为主,并伴有 Ni、Cr、Sn、Co、Pb 等异常。其中, Mo 异常面积 1.89 km²,异常浓度分带明显,且异常内带面积大,浓度梯度变化较大,最高值为 196.7 μg/g,平均值为 35.44 μg/g; W 异常面积 1.86 km²,异常浓度分带明显,且异常内带面积大,浓度梯度变化平缓,最高值为 99 μg/g,平均值为 19.46 μg/g; Cu 异常面积 0.65 km²,异常浓度分带明显,异常内带面积较大,浓度梯度变化平缓,最高值为 401.29 μg/g,平均值为 103.4 μg/g; Bi 异常面积 0.44 km²,异常浓度分带明显,异常内带面积较小,浓度梯度变化平缓,最高值为 11.36 μg/g,平均值为 2.7 μg/g。该异常中部主要以 Mo、W 元素异常为主,其浓集中心套合好,且浓集中心面积大;东北部主要以 W、Bi 异常为主,异常浓集中心套合较好,浓集中心面积一般;西南部主要



1-新近纪佛层组上段;2-晚侏罗世南园组第三段;3-晚侏罗世碎斑熔岩;4-晚侏罗世花岗闪长岩;5-晚侏罗世二长花岗岩;
6-晚侏罗世闪长岩;7-早白垩世正长花岗岩;8-晚白垩世花岗斑岩;9-地质界线;10-钼矿点;11-HS-10(甲₁)综合异常范围;
12-等值线及异常值。

图 2 卑溪矿区水系综合异常 HS-10(甲₁)剖析图

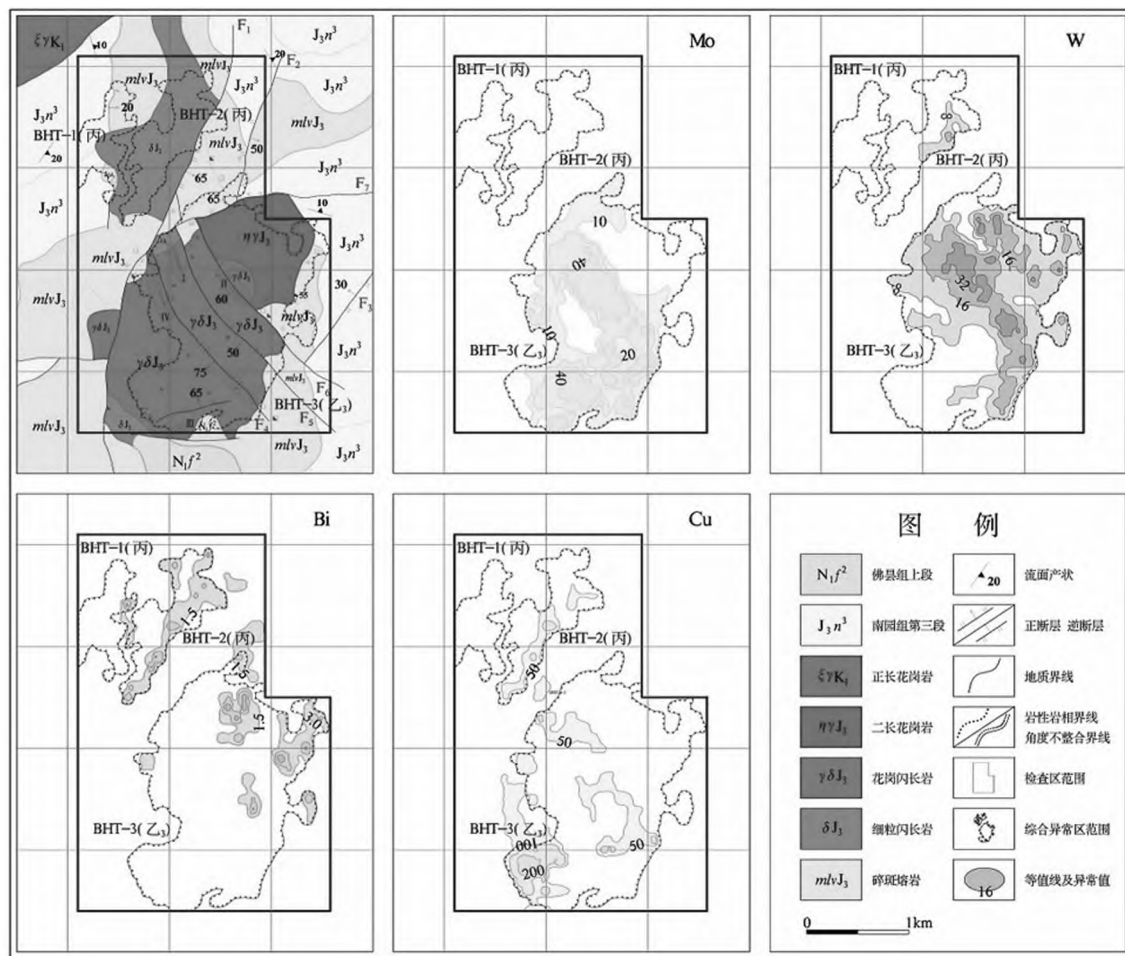


图3 阜溪矿区土壤综合异常剖析图

以 Mo、Cu 异常为主,异常浓集中心套合好,浓集中心面积较大。

该异常主成矿元素具有明显的浓度分带,浓集趋势清晰,浓度梯度变化较陡,浓集中心面积大,主成矿元素空间上套合较好,地球化学成矿条件好。综合异常中各成矿元素的浓集中心与地质背景吻合较好;浓集中心展布方向与北西向断裂构造及北东东向断裂构造极为吻合,其北部受北西向断裂构造影响明显,呈北西向带状分布;其南部受北西向断裂构造和北东东向断裂构造共同影响,异常呈北东东向的方形分布;浓集中心主要分布于晚侏罗世黑云母花岗闪长岩中,异常范围内岩石裂隙发育,沿岩石裂隙矿化蚀变现象明显发育,因此,推断异常与岩浆热液活动有关,是由钨钼多金属矿化引起,异常主要由具有极好的找矿前景。

4 矿床地球物理特征

根据 1:5 万高精度磁测结果显示,矿区磁场幅值为-350~700 nT,正负异常伴生,并以正异常为主,中部和南部以正异常为主,北部以负异常为主,异常梯度变化急陡。区内发育磁异常 CT-6 乙₂(图 4)。该磁异常幅值为-350~500 nT,极大值为 1 575 nT,极小值为-1 275 nT。

北侧负异常围绕南侧正异常分布,呈帽子状盖住南侧正异常。异常中部为强正异常,呈近圆形封闭圈,属近等轴状异常分布,梯度陡,极值大。南部为较强的条带状构成的环形正异常,面积大,梯度缓。平剖图上,中北部,正负异常交替,幅值大,变化尖锐。南部呈较强正异常形态。化极后,负异常基本消失,呈现大面积南北向不规则块状正异常。对磁异常进行化极上延 500 m 后,异常形态仍然明显,说明引起该异常的磁性体埋藏深,规模大。

区内中西部采集闪长岩 25 块,磁化率平均值约为 $1\,765.7 \times 10^{-6} \cdot 4\pi\text{SI}$,剩余磁化强度平均值为 $110.4 \times 10^{-3} \text{A/m}$;花岗闪长岩 16 块,磁化率平均值约为 $1\,255 \times 10^{-6} \cdot 4\pi\text{SI}$,剩余磁化强度平均值为 $78.3 \times 10^{-3} \text{A/m}$ 。西南部采集花岗闪长岩 6 块,磁化率平均值约为 $1\,297 \times 10^{-6} \cdot 4\pi\text{SI}$,剩余磁化强度平均值为 $67.7 \times 10^{-3} \text{A/m}$;花岗闪长斑岩 3 块,磁化率平均值约为 $597 \times 10^{-6} \cdot 4\pi\text{SI}$,剩余磁化强度平均值为 $369 \times 10^{-3} \text{A/m}$;细粒花岗岩脉采集标本 5 块,磁化率平均值约为 $104.4 \times 10^{-6} \cdot 4\pi\text{SI}$,剩余磁化强度平均值为 $15.1 \times 10^{-3} \text{A/m}$ 。可见,(花岗)闪长岩类岩石具有较强磁性。

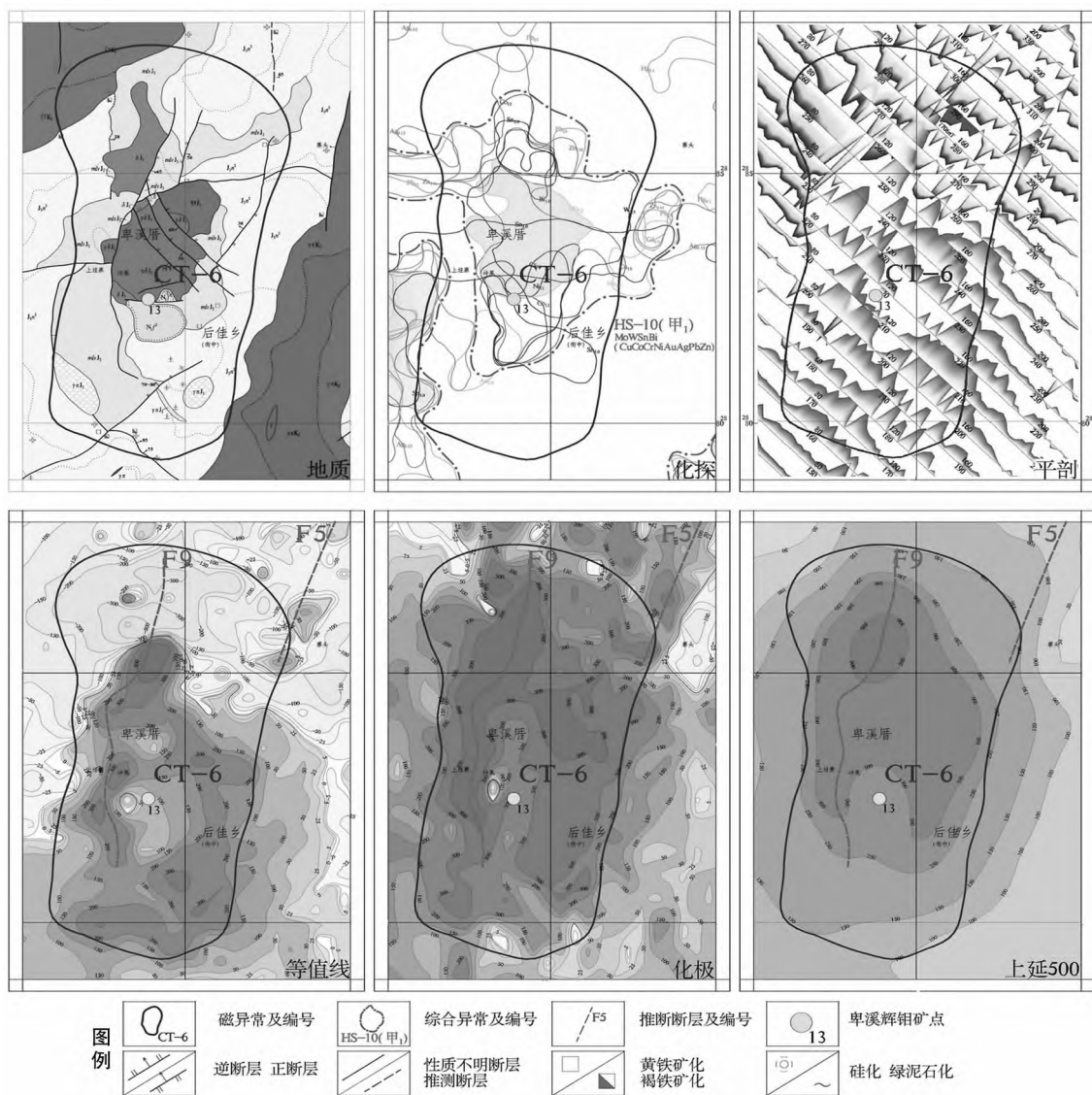


图4 CT-6磁异常剖析图

5 找矿标志

- (1) 矿体、矿化体露头是最直接的找矿标志。
- (2) 水系沉积物地球化学异常及土壤地球化学异常是区内重要找矿标志。
- (3) 钼矿体、矿化体常产于硅化、黄铁矿化、褐铁矿化、绢云母化、绢英岩化等强烈蚀变带,因此该类蚀变带是重要找矿标志。
- (4) 矿体、矿化体从已有工作情况看,与晚侏罗世花岗岩闪长岩内北西向、北东东向断裂及伴生节理裂隙构造关系较为密切;因此,晚侏罗世花岗岩闪长岩内节理裂隙构造的发育程度也是找矿的一个重要标志。

6 结语

卑溪钼矿主要产于晚侏罗世黑云母花岗岩闪长岩中,且主要沿北西向、北东东向断裂构造及伴生次级节理裂隙构造呈现出脉状产出。围岩蚀变有绢云母化、硅化、黄铁矿化、褐铁矿化等,矿化类型主要为辉钼矿化;其中,

绢云母化、硅化、黄铁矿化、褐铁矿化与辉钼矿关系密切;矿床成因类型为热液型钼矿。卑溪钼矿与正磁异常有关,其磁异常具有磁性体埋藏深,规模大等地球物理特征;矿区主成矿元素以 Mo、W 等为主,具异常面积大、浓集分带明显、元素套合好等地球化学特征,且与区内地质背景吻合较好,具有极好的找矿前景。建议今后在晚侏罗世花岗岩闪长岩内北西向、北东东向等节理裂隙构造发育地带进一步开展深部工程验证工作。

参考文献

- 1 陈火炮,李进荣,林国辉,等.福建 1:5 万池园幅区域地质调查报告[R].福州:福建省区域地质调查队,1997.
- 2 卢清地,聂童春,张正义,等.福建 1:25 万福州市幅区域地质调查报告[R].福州:福建省地质调查研究院,2007.
- 3 福建省地质调查研究院.福建省区域地质志[M].武汉:中国地质大学出版社,2016.
- 4 胡霞兵,余盛华,何为,等.福建池园地区矿产远景调查报告[R].龙岩:福建省 121 地质大队,2020.